

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08265254 A**

(43) Date of publication of application: **11 . 10 . 96**

(51) Int. Cl

**H04B 10/02**  
**H04B 10/18**  
**H04B 10/28**  
**H04B 10/26**  
**H04B 10/14**  
**H04B 10/04**  
**H04B 10/06**

(21) Application number: **07060912**

(22) Date of filing: **20 . 03 . 95**

(71) Applicant: **FUJITSU LTD**

(72) Inventor: **AONO YOSHITAMI**

(54) **OPTICAL TRANSMITTER**

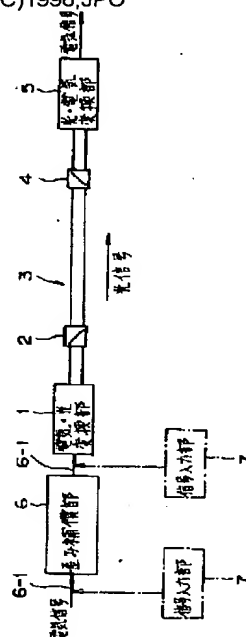
transmission system.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

PURPOSE: To transmit stable high quality signals and to miniaturize the transmitter scale by mitigating distortion characteristic due to an optical device such as a photodiode which determines the distortion characteristic of an optical transmission line.

CONSTITUTION: This transmitter is provided with an electric/optic transducing part 1 for transducing electric signals to optical signals by using a long wavelength band laser light source, the optical transmission line 3 composed of a single mode optical fiber whose one end part is connected through a coupling part 2 provided with an oblique end face to the electric/optic transducing part 1, an optic/electric transducing part 5 connected through the coupling part 4 provided with the oblique end face to the other end part of the optical transmission line 3 for transducing the optical signals to the electric signals by using a photodetector and a distortion compensation part 6 provided on an electric signal transmission line 6-1 on the input side of the electric/optic transducing part 1 for compensating distortion generated in an optical



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-265254

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

|                           |       |        |         |        |
|---------------------------|-------|--------|---------|--------|
| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I     | 技術表示箇所 |
| H 0 4 B                   | 10/02 |        | H 0 4 B | 9/00   |
|                           | 10/18 |        |         | M      |
|                           | 10/28 |        |         | Y      |
|                           | 10/26 |        |         |        |
|                           | 10/14 |        |         |        |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-60912

(22) 出願日 平成7年(1995)3月20日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 青野 芳民

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 真田 有

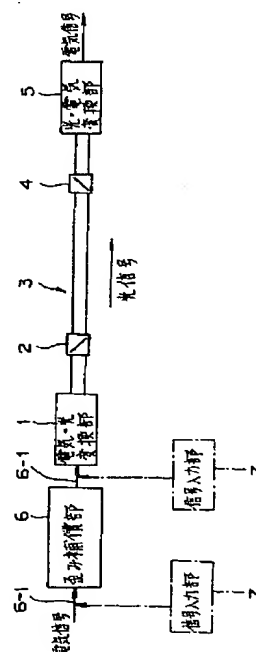
## (54) 【発明の名称】 光伝送装置

## (57) 【要約】

【目的】 本発明は、光伝送装置に関し、光伝送路の歪み特性を決定づけるフォトダイオードなどの光デバイスに起因する歪み特性を緩和することにより、安定した高品質な信号を伝送できるようにするとともに、その装置規模も小型化できるようにすることを目的とする。

【構成】 長波長帯レーザ光源を用いて電気信号を光信号に変換する電気・光変換部1と、この電気・光変換部1に斜め端面を有する結合部2を介して一端部を接続される、シングルモード光ファイバからなる光伝送路3と、光伝送路の他端部に斜め端面を有する結合部4を介して接続され、受光素子を用いて光信号を電気信号に変換する光・電気変換部5と、電気・光変換部1の入力側の電気信号伝送ライン6-1に設けられ、光伝送系で生じる歪みを補償する歪み補償部6とをそなえるように構成する。

第1の発明の原理ブロック図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 長波長帯レーザ光源を用いて電気信号を光信号に変換する電気・光変換部と、

該電気・光変換部に斜め端面を有する結合部を介して一端部を接続される、シングルモード光ファイバからなる光伝送路と、

該光伝送路の他端部に斜め端面を有する結合部を介して接続され、受光素子を用いて光信号を電気信号に変換する光・電気変換部と、

該電気・光変換部の入力側の電気信号伝送ラインに設けられ、光伝送系で生じる歪みを補償する歪み補償部とをそなえて構成されたことを特徴とする、光伝送装置。

【請求項2】 該電気・光変換部の入力部又は該歪み補償部の入力部に、一定レベル信号を入力する信号入力部が設けられたことを特徴とする請求項1記載の光伝送装置。

【請求項3】 長波長帯レーザ光源を用いて電気信号を光信号に変換する電気・光変換部と、

該電気・光変換部に斜め端面を有する結合部を介して一端部を接続される、シングルモード光ファイバからなる光伝送路と、

該光伝送路の他端部に斜め端面を有する結合部を介して接続され、受光素子を用いて光信号を電気信号に変換する光・電気変換部と、

該光・電気変換部の出力側の電気信号伝送ラインに設けられ、光伝送系で生じた歪みを補償する歪み補償部とをそなえて構成されたことを特徴とする、光伝送装置。

【請求項4】 該電気・光変換部の入力部に、一定レベル信号を入力する信号入力部が設けられたことを特徴とする請求項3記載の光伝送装置。

【請求項5】 該電気・光変換部の入力部に、2種類の一定レベル信号を入力する信号入力部が設けられるとともに、

該歪み補償部の出力から上記2種類の一定レベル信号間で生じる3次相互変調歪み成分を検出する3次相互変調歪み検出部が設けられて、

該3次相互変調歪み検出部での検出信号が最小となるように、該歪み補償部で歪み補償を行なうことを特徴とする請求項3記載の光伝送装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】 (目次)

産業上の利用分野

従来の技術 (図15)

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段 (図1, 図2)

作用 (図1, 図2)

実施例 (図3～図14)

発明の効果

## 【0002】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ファイバーを用いた

光伝送路において、レーザーダイオード (LD) を光源とし、アナログ信号でこのLDを直接光強度変調して信号を送信する光伝送装置に関する。

## 【0003】

【従来の技術】 図15は従来の光伝送装置の構成を示すブロック図で、この図15において、100は電気/光変換部 (E/O)、101, 103はそれぞれ斜め端面を有する斜めコネクタ、102は光伝送路を構成するシングルモード光ファイバ、104は光信号をアナログ電気信号に変換する光/電気変換部 (O/E) である。

【0004】 ここで、E/O変換部100は、入力されるアナログ電気信号を光信号に変換するもので、アナログ電気信号を所要の信号レベルに増幅する増幅器106及びこの増幅器106からのアナログ電気信号に応じて直接変調した光信号を照射するレーザーダイオード (LD) 107からなるLDモジュール105を有して構成される。

【0005】 一方、O/E変換部104は、逆に、入力される光信号をアナログ電気信号に変換するもので、入力された光信号の強度に応じたレベルのアナログ電気信号を出力するフォトダイオード (PD) 109及びこのPD109からのアナログ電気信号を所要のレベルに増幅する増幅器110からなるPDモジュール108を有して構成される。

【0006】 そして、これらのE/O変換部100及びO/E変換部104が斜めコネクタ101, 103を介してシングルモード光ファイバ (以下、単に光ファイバという) 102に接続されて、光伝送装置が構成される。上述のごとく構成された光伝送装置では、E/O変換部100にアナログ電気信号が入力されると、このアナログ電気信号に応じて直接強度変調された光信号をLDモジュール105のLD107が照射することにより、アナログ電気信号が光信号に変換され、この光信号が光ファイバ102を通じてO/E変換部104へ伝送される。

【0007】 そして、O/E変換部104では、光ファイバ102を通じて伝送されてきた光信号の強度に応じた電気信号をPDモジュール108のPD109が出力することにより、光信号がアナログ電気信号に変換されて出力される。ところで、上述のような光伝送装置を、例えば、移動体通信システムの無線基地局などに適用することを考えた場合、特に、上り回線側 (移動端末側から無線基地局側への通信) では、移動端末の位置や状況により、無線基地局で受信する信号に広範囲の受信レベル変動があるため、この光伝送装置もその受信レベルの変動を考慮した構成とする必要がある。

【0008】 例えば、この場合、LD107への入力信号 (アナログ電気信号) のダイナミックレンジは60dB以上必要とされるだけでなく、受信機の規格として定

められている相互変調感度特性を満たすには低歪み特性の光伝送装置が要求される。そこで、特に、低歪み特性、低雑音特性が要求される場合には、上述のように、光ファイバ 102 を斜め端面を有する斜めコネクタ 101、103 を用いて接続することによって、光伝送路における光信号の反射の影響などによる雑音特性、歪み特性の特性劣化を防ぐようにしている。なお、斜めコネクタ 101、103 の部分に相当する光ファイバの接続端面に反射コートを施すことによって、同様に、雑音特性、歪み特性の特性劣化を防ぐようにした光伝送装置もある。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の光伝送装置でも、やはり光伝送路における光信号の反射の影響による雑音特性、歪み特性などの特性劣化は完全には防ぎきれず、このため、さらに LD や PD などの光デバイスの性能への要求条件が厳しくなる。

【0010】この結果、上述のような光伝送装置が用いられる光通信システム全体のコストが大幅に増加してしまうだけでなく、そのシステム規模も大規模になってしまいうという課題がある。本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、光伝送路の歪み特性を決定づけるレーザダイオード (LD) の歪み特性を緩和することにより、安定した高品質な信号を送送できるようにするとともに、装置の規模も小型化できるようにした、光伝送装置を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】図 1 は第 1 の発明の原理ブロック図で、この図 1 において、1 は電気・光変換部、2、4 はそれぞれ斜め端面を有する結合部、3 はシングルモード光ファイバからなる光伝送路、5 は光・電気変換部、6 は歪み補償部、6-1 は電気信号伝送ラインである。

【0012】ここで、電気・光変換部 1 は、長波長帯レーザ光源を用いて電気信号を光信号に変換するものであり、この電気・光変換部 1 には、結合部 2 を介して光伝送路 3 の一端部が接続される。また、光・電気変換部 5 は、受光素子を用いて光信号を電気信号に変換するものであり、この光・電気変換部 5 は、光伝送路 3 の他端部に結合部 4 を介して接続される。

【0013】さらに、歪み補償部 6 は、光伝送系で生じる歪みを補償するものであり、電気・光変換部 1 の入力側の電気信号伝送ライン 6-1 に設けられる (請求項 1)。なお、上述の電気・光変換部 1 の入力部又は歪み補償部 6 の入力部には、一定レベル信号を入力する信号入力部 7 を設けてもよい (請求項 2)。次に、図 2 は第 2 の発明の原理ブロック図で、この図 2 においても、1 は電気・光変換部、2、4 はそれぞれ斜め端面を有する結合部、3 はシングルモード光ファイバからなる光伝送路、5 は光・電気変換部、6 は歪み補償部、6-1 は電

気信号伝送ラインであり、いずれも図 1 にて上述したものとそれぞれ同様のものであるが、この場合は、歪み補償部 6 が、光・電気変換部 5 の出力側の電気信号伝送ライン 6-1 に設けられる (請求項 3)。

【0014】また、この場合も、電気・光変換部 1 の入力部には、一定レベル信号を入力する信号入力部 7 を設けてもよい (請求項 4)。さらに、この場合は、電気・光変換部の入力部 1 に、2 種類の一定レベル信号を入力する信号入力部 8 を設けるとともに、3 次相互変調歪み検出部 9 を設けてもよい。

【0015】ここで、この 3 次相互変調歪み検出部 9 は、歪み補償部 6 の出力から上記 2 種類の一定レベル信号間で生じる 3 次相互変調歪み成分を検出するもので、この 3 次相互変調歪み検出部 9 での検出信号が最小となるように、歪み補償部 6 で歪み補償が行なわれるようになっている (請求項 5)。

#### 【0016】

【作用】図 1 にて上述した本発明の光伝送装置では、光伝送装置に入力されてきた電気信号が、電気・光変換部 1 で長波長帯レーザ光源を用いて光信号に変換され、この光信号が、斜め端面を有する結合部 2、4 を介して接続されたシングルモード光ファイバからなる光伝送路 3 を通じて伝送され、光・電気変換部 5 で、受光素子を用いて電気信号に変換されて出力されるが、この際、電気・光変換部 1 の入力側では、電気信号伝送ライン 6-1 に設けられた歪み補償部 6 によって、光伝送系で生じる歪みが補償される (請求項 1)。

【0017】なお、上述の電気・光変換部 1 の入力部又は歪み補償部 6 の入力部に、信号入力部 7 が設けられる場合は、この信号入力部 7 から一定レベルの信号を入力することにより、電気・光変換部 1 又は歪み補償部 6 への入力信号レベルが一定レベル以上になる (請求項 2)。次に、図 2 にて上述した第 2 の発明の光伝送装置でも、光伝送装置に入力されてきた電気信号が、電気・光変換部 1 で長波長帯レーザ光源を用いて光信号に変換され、この光信号が、斜め端面を有する結合部 2、4 を介して接続されたシングルモード光ファイバからなる光伝送路 3 を通じて伝送され、光・電気変換部 5 で、受光素子を用いて電気信号に変換されて出力されるが、この場合は、光・電気変換部 5 の出力側の電気信号伝送ライン 6-1 に設けられた歪み補償部 6 によって、光伝送系で生じる歪みが光・電気変換部 5 の出力側で補償される (請求項 3)。

【0018】また、この場合も、電気・光変換部 1 の入力部に信号入力部 7 を設ければ、この信号入力部 7 から一定レベルの信号が電気・光変換部 1 の入力部へ入力され、電気・光変換部 1 への入力信号レベルがある一定レベル以上になる (請求項 4)。さらに、電気・光変換部の入力部 1 に、2 種類の一定レベル信号を入力する信号入力部 8 を設けるとともに、3 次相互変調歪み検出部 9

を設ければ、この3次相互変調歪み検出部9によって、歪み補償部6の出力から上記2種類の一定レベル信号間で生じる3次相互変調歪み成分が検出され、この3次相互変調歪み検出部9での検出信号が最小となるように、歪み補償部6で歪み補償が行なわれる（請求項5）。

【0019】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図3は本発明の一実施例としての光伝送装置の構成を示すブロック図で、この図3において、11、12はそれぞれ無線による通信の電波を受信するアンテナ、13は受信部、14は光伝送装置、15は復調部である。

【0020】ここで、受信部13は、各アンテナ11、12で受信する異なる特性の信号を合成した受信信号を得るもので、本実施例では、低雑音増幅器131、132、周波数変換部133、局部発振器134及びハイブリッド(H)部135からなる、いわゆるダイバーシチ技術を用いた構成（ダイバーシチ構成）となっている。

【0021】そして、この受信部13では、各アンテナ11、12で受信した信号がそれぞれ低雑音増幅器131、132で所望の信号レベルに増幅され、低雑音増幅器132で増幅された受信信号が、周波数変換部133で局部発振器134から供給される所定の周波数の信号に応じて周波数変換され、さらに、この信号と低雑音増幅器131からの受信信号とが、ハイブリッド部135で合成されるようになっている。

【0022】一方、光伝送装置14は、この図3に示すように、歪補償部141、E/O変換部142、斜め端面を有する斜めコネクタ143～145、ピグテイルケーブル146、147、光ファイバ148、O/E変換部149を用いて構成され、上述のE/O変換部142とO/E変換部149との間に、各斜めコネクタ143～145を介して光ファイバ148が接続されて、光伝送路150が形成される。

【0023】なお、この光伝送路150では、多重反射による光の歪み劣化を軽減するために、光ファイバ148にはシングルモードファイバが用いられ、また、多重反射による光の歪み成分の時間変動を軽減するために、光ファイバの接続箇所には、全て端面が光ファイバ軸に斜め構造である斜めコネクタ143～145が用いられている。

【0024】ここで、E/O変換部（電気・光変換部）142は、上述の受信部13からのアナログ受信信号（電気信号）をレーザダイオード（LD：長波長帯レーザ光源）を用いて光信号に変換するものであり、O/E変換部（光・電気変換部）149は、E/O変換部142から光伝送路150を通じて伝送されてくる光信号を、フォトダイオード（PD：受光素子）を用いてアナログ信号に変換するものである。

【0025】さらに、歪補償部141は、E/O変換部

142の入力側の電気信号ラインに設けられ、E/O変換部142に用いられるレーザダイオード（LDデバイス）に起因して光伝送路150に生じる歪み成分とは逆特性の歪みを、E/O変換部142の入力側で発生させることにより、光伝送路150に生じる歪みを打ち消して補償するもので、この歪補償部141には、例えば、プリディストorterなどが用いられる。

【0026】なお、ピグテイルケーブル146、147は、上述のLDモジュールにおけるLD又はPDモジュールにおけるPDと斜めコネクタ143、145との間の配線であり、復調部15は、O/E変換部149で得られたアナログ信号に対して所要の復調を施して、受信信号を復調するものである。そして、さらに上述の歪補償部141は、図4に示すように、歪発生部151、位相器152、可変減衰器153、遅延部（ $\tau$ ）154及びハイブリッド部（H）155を有して構成される。

【0027】ここで、歪発生部151は、受信部13からの受信信号の周波数に基づいて光伝送路150に生じる歪み成分とは逆の特性をもった歪みを発生するものである。具体的には、例えば、図5に示すように、 $90^\circ$  ハイブリッド部（ $90^\circ$  HYB）156、遅延部157、抵抗158、159、コンデンサ160及びダイオード161を用いて構成される。

【0028】そして、この歪発生部151では、例えば、図6（a）に示すごとく周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2波が $90^\circ$  ハイブリッド部156へ入力されると、同じく図6（a）に示すごとく周波数 $f_3$ 、 $f_4$ 付近に歪みをもった信号が、この $90^\circ$  ハイブリッド部156から出力されるようになっている。一方、位相器152は、この歪発生部151で図6（a）に示すごとく周波数 $f_3$ 、 $f_4$ 付近に発生させた歪みを、図6（b）に示すごとく逆の特性をもった歪みとなるように位相調整するものであり、可変減衰器153は、この位相器151で位相調整された歪発生部151からの歪みのレベル（振幅）をE/O変換部142や光伝送路150に生じる上述の歪み成分のレベルに一致するよう、その減衰度を調整してレベル調整するものである。なお、遅延部154は、受信部13からの受信信号と、歪発生部151で発生した歪みとをハイブリッド部155で合成するタイミングを一致させるよう時間調整するものである。

【0029】つまり、上述の歪補償部141は、各アンテナ11、12で受信された各受信信号が、図6（a）に示すごとく周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2波からなる受信信号に合成されてE/O変換部142、光伝送路150を通じて伝送される場合、図6（a）に示すような歪み成分が周波数 $f_3$ 、 $f_4$ 付近に生じることが予め分かっているので、まず、歪発生部151によって、図6（a）に示すごとく周波数 $f_3$ 、 $f_4$ の歪みを受信部13からの受信信号を基に得て、この歪みの位相及び振幅をそれぞれ位相器152及び可変減衰器153で調整することに

より、図 6 (b) の実線で示すごとく、周波数  $f_3$ 、 $f_4$  付近に生じる歪み成分とは逆特性をもった歪みを発生させ、これを受信部 13 からの受信信号と合成して、上述の歪み成分を打ち消すようになっているのである。

【0030】これにより、上述のごとく構成された光伝送装置 14 では、各アンテナ 11、12 で受信した各受信信号がダイバーシチ構成の受信部 13 で、例えば、上述のごとく周波数  $f_1$ 、 $f_2$  [図 6 (a) 参照] からなる信号に合成された受信信号 (アナログ信号) が入力されると、この受信信号を E/O 変換部 142 でレーザーダイオードを用いて光信号に変換することによって周波数  $f_3$ 、 $f_4$  付近に生じる歪み成分が、歪補償部 141 によって図 4～図 6 にて前述したごとく、この歪み成分とは逆の特性をもった歪みにより、E/O 変換部 142 の入力側で打ち消されて補償される。

【0031】その後、上述のごとく歪補償部 141 で歪み成分が補償された受信信号は、E/O 変換部 142 で光信号に変換され、光伝送路 150 を通じて O/E 変換部 149 へ伝送され、さらに O/E 変換部 149 でアナログ信号 (電気信号) に変換されたのち復調部 15 へ出力され、所要の復調が施される。このように、上述の光伝送装置 14 によれば、E/O 変換部 142 の入力側の電気信号伝送ラインに設けられた歪補償部 141 によって、E/O 変換部 142 や光伝送路 150 (光伝送系) で生じる歪みを補償することができるので、極めて安定で高品質な信号の伝送が可能になるという利点がある。

【0032】また、光伝送系で生じる歪みを補償することができるので、レーザーダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスに要求される所要の歪み特性を緩和することができ、これにより、光伝送装置 14 の小型化やこの光伝送装置 14 が適用される光通信システム全体のコストの低減などにも大いに寄与する。ところで、一般的に、光伝送装置には、上述のレーザーダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスへの電気入力レベルが低下することにより、いわゆる 3 次歪み特性が 3 次の傾斜からずれてしまい、歪み特性がかえって劣化するという現象がある。

【0033】これは、電気レベルが低下すると、E/O 変換部 142 に用いられるレーザーダイオードの変調度が下がり、このレーザーダイオードの変調状態、すなわちコヒーレンシー (干渉性) が、変調度の高い場合に比べて高くなることによって生じる現象である。すなわち、このコヒーレンシーが高くなると、コヒーレンシーが低い場合に比べて反射光の位相が一致する確立が高くなり、歪み変動のピーク値が大きくなるなどの反射光の影響を受けやすくなるので、光伝送路 150 における斜めコネクタ 143～145 などの光コネクタで発生する反射光によって電気信号の入力レベルが下がったときに歪み特性が劣化し、結果として、通常の 3 次の歪み特性 (入力レベルに対し 3 次の傾斜) が得られず、入力レベ

ルが低下した際の歪み特性が劣化してしまうのである。

【0034】従って、例えば、受信信号レベルに広範囲なダイナミックレンジが要求される移動体通信システムなどに上述の光伝送装置 14 を適用することを考えた場合、受信信号レベルが低下した場合にも、常に一定レベルの信号がレーザーダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスへ入力されるようにすれば、コヒーレンシーを一定以上高くすることなく、光デバイスに特有の入力レベルに対する歪み特性の劣化を改善することができる。

【0035】図 7 はこのような理論に基づいて構成された光伝送装置の構成を示すブロック図で、この図 7 において、図 3 中に示す符号と同一符号が指す部分はそれぞれ図 3 にて前述したものと同様のものである。そして、この図 7 に示す光伝送装置 14A には、E/O 変換部 142 の入力部に一定レベルの信号を発生する発振器 172 及びハイブリッド部 (H) 173 からなる信号入力部 171 が設けられている。

【0036】ここで、信号入力部 171 は、発振器 172 からの一定レベルの信号と歪補償部 141 からの受信信号とをハイブリッド部 173 で合成することによって、受信信号に、レベル変動のない一定レベルの信号

【例えば、FSK (Frequency Shift Keying) 変調波など】を受信信号に挿入するものである。これにより、この図 7 に示す光伝送装置 14A では、光伝送路 150 において生じる歪み成分を歪補償部 141 で補償した受信信号に、信号入力部 163 によって、E/O 変換部 142 の入力側で、信号入力部 171 からレベル変動のない一定レベルの信号が挿入される。

【0037】この結果、例えば、E/O 変換部 142 への入力レベルはある一定レベル以上になり、この E/O 変換部 142 では、受信信号のうち主信号のレベル変動のみに依存してレーザーダイオードによって受信信号を光信号に変換することができるようになり、受信信号レベルが低下した場合でも、コヒーレンシーを一定以上高くすることなく、レーザーダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスに特有の入力レベルに対する歪みを、歪補償部 141 によって補償することができる。

【0038】このように、図 7 に示す光伝送装置 14A によれば、信号入力部 171 が E/O 変換部 142 の入力側で受信信号に一定レベルの信号を挿入することによって、E/O 変換部 142 への入力信号レベルを一定にすることができるので、受信信号レベルが低下した場合でも、コヒーレンシーを一定以上高くすることなく、光デバイスに特有の入力レベルに対する歪み特性を改善することができ、これにより、さらに安定で高品質な信号の伝送が可能になる。

【0039】次に、図 8 は図 3 にて前述した光伝送装置 14 の他の構成を示すブロック図で、この図 8 においても、図 3 中に示す符号と同一符号が指す部分は、それぞ

れ図3にて前述したものと同様である。そして、この図8に示す光伝送装置14Bは、図3にて前述した光伝送装置に比して、歪補償部141が、O/E変換部149の出力側の電気信号伝送ラインに設けられている点が異なる。

【0040】従って、この光伝送装置14Bでは、E/O変換部142によってレーザダイオードを用いて光信号に変換され光伝送路150を通じて伝送されてきた光信号が、O/E変換部149によってフォトダイオード（受光素子）を用いて電気信号に変換されたのち、このO/E変換部149の出力側において、図3～図6を用いて前述したごとく、歪補償部141によって、光伝送路150で生じた歪み成分が打ち消されて補償される。

【0041】このように、この図8に示す光伝送装置14Bによれば、O/E変換部149の出力側の電気信号伝送ラインに歪補償部141を設けることにより、光伝送路150（光伝送系）で生じた受信信号の歪みを、O/E変換部149の出力側で補償することができるので、この場合も、極めて安定で高品質な信号の伝送が可能になるという利点がある。

【0042】また、光伝送系で生じる歪みを補償することができるので、レーザダイオードやフォトダイオードなどの光デバイスに要求される所要の歪み特性を緩和することができ、これにより、光伝送装置14の小型化やこの光伝送装置14が適用される光通信システム全体のコストの低減などにも大いに寄与する。さらに、上述の光伝送装置14Bを、例えば、移動体通信システムに適用することを考えた場合、特に、いわゆる上り回線（移動体端末側から基地局側への通信回線）に適用することを考えた場合、この光伝送装置14Bは、歪補償部141をO/E変換部149の出力側に設けているので、通常、E/O変換部142が設けられる基地局側の構成が、図3又は図7にて前述した光伝送装置14又は14Aを適用した場合に比して、より簡素な構成になり、これにより、システムの小型化にも大いに寄与する。

【0043】次に、図9は図8にて上述した光伝送装置14Bの他の構成を示すブロック図で、この図9においても、図3中の符号と同一符号が指す部分はそれぞれ図3にて前述したものと同様である。そして、この図9に示す光伝送装置14Cは、図8にて上述した光伝送装置14BのE/O変換部142の入力部に、図7にて前述した光伝送装置14Aに設けたものと同様の発振器172及びハイブリッド部（H）173からなる信号入力部171が設けられている。

【0044】従って、この場合も、光伝送路150で生じる歪み成分を、歪補償部141によって、O/E変換部149の出力側で打ち消して補償できるとともに、信号入力部171が、レベル変動のない一定レベルの信号を入力して受信部13からの受信信号に挿入することにより、E/O変換部142への入力信号レベ

ルを一定にすることができるので、受信信号レベルが低下した場合でも、コヒーレンシーを一定以上高くすることなく、光デバイスに特有の入力レベルに対する歪み特性を改善することができ、これにより、さらに安定で高品質な信号の伝送が可能になる。

【0045】また、この光伝送装置14Cを、移動体通信システムのいわゆる上り回線に適用することを考えた場合も、図7にて前述した光伝送装置14Bと同様に、歪補償部141をO/E変換部141の出力側に設けているので、通常、E/O変換部142が設けられる基地局側の構成が、より簡素な構成になり、これにより、システムの小型化に大いに寄与する。

【0046】次に、図10は図9にて上述した光伝送装置14Cの他の構成を示すブロック図で、この図10においても、図3中に示す符号と同一符号が指す部分はそれぞれ図3にて前述したものと同様である。そして、この図10に示す光伝送装置14Dは、上述の光伝送装置14Cにおける信号入力部171の代わりに信号入力部171'が設けられ、さらに3次相互変調歪み検出部16が設けられている。

【0047】ここで、3次相互変調歪み検出部16は、歪補償部141の出力から、後述する信号入力部171'によって受信部13からの受信信号に挿入される2種類の一定レベル信号に起因して生じる3次相互変調歪み成分を検出するものであり、この3次相互変調歪み検出部16によって検出される3次相互変調歪み成分が最小となるように、歪補償部141で歪み補償が行なわれるようになっている。

【0048】そして、信号入力部171'は、発振器172A、172B及びハイブリッド部（H）173からなっており、例えば、図12に示すごとく周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2種類の既知の一定レベルの信号を各発振器172A、172Bから出力し、それぞれをハイブリッド部173で受信部13からの受信信号と合成することにより、受信信号の主信号 $f_{\text{MAIN}}$ の周波数領域（MAIN）と副信号 $f_{\text{SUB}}$ の周波数領域（SUB）との間に周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2種類の一定レベル信号を挿入するものである。

【0049】さらに、図11に示すように、上述の歪補償部141は、図4にて前述したものと同様に、歪発生部151、位相器152、可変減衰器（T）153、遅延部（ $\tau$ ）154、ハイブリッド部（H）155を有して構成され、3次相互変調歪み検出部16は、フィルタ162A、162B及びダイオード163A、163Bからなる検波部165と制御部164とを有して構成される。

【0050】そして、この検波部165では、これらの各バンドパスフィルタ162A、162B及びダイオード163A、163Bによって、上述の信号入力部171'が周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の一定レベル信号を受信信号に



挿入することで図12に示すごとく周波数 $f_3$ 、 $f_4$ 付近に生じる3次相互変調歪み成分が検出されるようになっている。

【0051】また、制御部164は、検波部165で検出される3次相互変調歪み成分のレベルが最小となるように、歪補償部141の位相器152及び可変減衰器153を制御して、光伝送路150における多重反射などにより生じる歪み成分を打ち消して補償するものである。このような構成により、上述の光伝送装置14Dでも、光伝送路150で生じる歪み成分を、歪補償部141によって、O/E変換部149の出力側で打ち消して補償することができるとともに、信号入力部171'が、周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2種類の一定レベルの信号を受信部13からの受信信号に挿入することにより、E/O変換部142への入力信号レベルを一定にすることができ、これにより、受信信号のうち主信号のレベル変動のみに依存してレーザダイオードによって受信信号が光信号に変換される。

【0052】そして、このとき、上述の3次相互変調歪み検出部16では、周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の一定レベル信号に対して図12に示すごとく周波数 $f_3$ 、 $f_4$ 付近に生じる3次相互変調歪み成分が、検波部165によって検出され、この検出された3次相互変調歪み成分のレベルが最小となるように制御部164によって、歪補償部141の位相器152及び可変減衰器153が制御されて、さらに歪み補償が行なわれる。

【0053】以下、この歪補償部141及び3次相互変調歪み検出部16での動作について、図13に示すフローチャート(ステップS1～S13)を参照しながら詳述する。まず、歪補償部141による歪み補償後の受信信号が3次相互変調歪み検出部16へ入力されると、この歪み補償後の受信信号は、検波部165によって周波数 $f_3$ 、 $f_4$ の3次相互変調歪み成分にそれぞれ検波されて制御部164へ出力される。

【0054】そして、制御部164は、この周波数 $f_3$ 又は $f_4$ の3次相互変調歪み成分のレベル(振幅)を「L1」として検出し(ステップS1)、位相器152を制御して歪発生部151で発生した歪みの位相を「+ $\theta$ 」だけ回転させる(ステップS2)。そして、制御部164は、さらに、検波部165からの歪み補償後の周波数 $f_3$ 又は $f_4$ の3次相互変調歪み成分のレベルを「L2」として検出し(ステップS3)、歪発生部151で発生した歪みの位相を「+ $\theta$ 」だけ回転させる前に検出した3次相互変調歪み成分のレベル「L1」と、「+ $\theta$ 」だけ回転させた後に検出した歪み成分のレベル「L2」とを比較する(ステップS4)。

【0055】この結果、「L2」<「L1」であった場合、制御部164は、「L1」 $\leq$ 「L2」となるまで、位相器152を制御して歪発生部151で発生した歪みの位相を「+ $\theta$ 」だけ回転させ(ステップS4のNOル

ートからステップS2)、「L1」 $\leq$ 「L2」となると、今度は、歪発生部151で発生した歪みの位相を「- $\theta$ 」だけ回転させる(ステップS4のYESルートからステップS5)。

【0056】そして、さらに制御部164は、歪み補償後の周波数 $f_3$ 又は $f_4$ の3次相互変調歪み成分のレベルを「L3」として検出し(ステップS6)、このレベル「L3」と上述のレベル「L2」とを比較し(ステップS7)、この結果、「L3」<「L2」であった場合、制御部164は、「L2」 $\leq$ 「L3」となるまで、位相器152を制御して歪発生部151で発生した歪みの位相を「- $\theta$ 」だけ回転させる(ステップS7のNOルートからステップS5)。

【0057】つまり、制御部164は、上述のごとく処理を行なうことで、歪補償部141の歪発生部151で発生した歪みによっても打ち消しきれなかった3次相互変調歪み成分のレベルが最も小さくなるような位相に、歪発生部151で発生した歪みの位相が一致するよう位相器152をフィードバック制御しているのである。そして、歪み発生部151で発生された歪みの位相が、最も3次相互変調歪み成分のレベルが小さくなる位相に一致すると、ステップS7において、「L2」 $\leq$ 「L3」となり、制御部164は、今度は可変減衰器153の減衰度を制御して、歪発生部151で発生した歪みの振幅を、「+ $\delta$ 」だけ変化させる(ステップS8)。

【0058】さらに、制御部164は、再度、歪み補償後の周波数 $f_3$ 又は $f_4$ の3次相互変調歪み成分のレベルを「L4」として検出し(ステップS9)、上述のステップS8において、歪発生部151で発生した歪みの振幅を「+ $\delta$ 」だけ変化させる前の歪み成分のレベル「L3」と、振幅を「+ $\delta$ 」だけ変化させた後の歪み成分のレベル「L4」とを比較する(ステップS10)。

【0059】この結果、「L4」<「L3」であった場合、制御部164は、「L3」 $\leq$ 「L4」となるまで、可変減衰器153を制御して歪発生部151で発生した歪みの振幅を「+ $\delta$ 」だけ変化させ(ステップS10のNOルートからステップS8)、その後、「L1」 $\leq$ 「L2」となると、今度は、歪発生部151で発生した歪みの振幅を「- $\delta$ 」だけ変化させる(ステップS10のYESルートからステップS11)。

【0060】そして、制御部164は、さらに、歪み補償後の周波数 $f_3$ 又は $f_4$ の3次相互変調歪み成分のレベルを「L5」として検出し(ステップS12)、上述のステップS11において、歪発生部151で発生した歪みの振幅を「- $\delta$ 」だけ変化させる前の歪み成分のレベル「L4」と、振幅を「- $\delta$ 」だけ変化させた後の歪み成分のレベル「L5」とを比較する(ステップS13)。

【0061】この結果、「L5」<「L4」であった場合、制御部164は、「L4」 $\leq$ 「L5」となるまで、

可変減衰器153を制御して歪発生部151で発生した歪みの振幅を「 $-\delta$ 」だけ変化させ（ステップS13のNORルートからステップS11）、その後、「L4」 $\leq$ 「L5」となると、歪み補償後の受信信号の3次相互変調歪み成分のレベルが最も小さくなり、以降、制御部164は、上述の処理を繰り返す（ステップS13のYESルートからステップS1）。

【0062】つまり、制御部164は、上述のごとく処理を行なうことで、歪発生部151で発生した歪みの位相を、3次相互変調歪み成分のレベルが最も小さくなるような位相に一致させた後、さらに打ち消しきれなかった3次相互変調歪み成分のレベルが最も小さくなるようなレベルに歪発生部151で発生した歪みの振幅が一致するように可変減衰器153をフィードバック制御しているのである。

【0063】以上のように、図10及び図11にて上述した光伝送装置14Dによれば、E/O変換部142の入力部に設けた信号入力部171'によって、受信部13からの受信信号に、周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2種類の一定レベルの信号を挿入し、3次相互変調歪み検出部16によって、歪補償部141の出力から、これら周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の2種類の一定レベルの信号に起因して生じる3次相互変調歪み成分を検出して、検出された3次相互変調歪み成分が最小となるように、歪補償部141で補償することができるので、光伝送路150において多重反射などによって発生した光の歪み変動を、確実に、吸収することができ、これにより、さらに安定で高品質な信号の伝送が可能になる。

【0064】次に、図14は図3にて前述した光伝送装置14に他のダイバーシチ構成を有する受信部13'を設けたもので、この図14に示すように、受信部13'は、低雑音増幅器131、132、周波数変換器133A、133B、局部発振器134A、134B及びハイブリッド部(H)135を有して構成される。ここで、各低雑音増幅器131、132は、図3にて前述した受信部13におけるものとそれぞれ同様のものであり、各周波数変換器133A、133Bは、それぞれ局部発振器134A、134Bからの所定の周波数信号を受けて、各アンテナ11、12で受信したマイクロ波帯の周波数信号を、それぞれIF帯（中間周波数帯）の異なる周波数信号にダウンコンバートするものであり、ハイブリッド部135は、それぞれ周波数変換器133A、133Bでダウンコンバートされた異なる周波数信号を合成して周波数多重するものである。

【0065】これにより、各アンテナ11、12で受信したマイクロ波帯の周波数信号が、それぞれ周波数変換器133A、133Bで、IF帯の異なる周波数信号にダウンコンバートされ、ハイブリッド部135で周波数多重されて光伝送装置14へ出力される。従って、光伝送装置14に用いられるレーザダイオードやフォトダイ

オードなどの光デバイスに要求される特性が緩和され、さらに、光伝送装置14の低コスト化、小型化に大いに寄与することになる。

【0066】なお、この図14に示すごとく構成を有する受信部13'には、それぞれ図7～図10にて前述した光伝送装置14A～14Dを、光伝送装置14の代わりに適用することもできる。また、本実施例における光伝送装置14、14A～14Dは、上述のように、いずれもアンテナ11、12で受信した2種の受信信号を周波数多重したアナログ信号（電気信号）を光信号に変換して伝送するものであるが、本発明の光伝送装置は、これに限定されず、2波以上の複数の受信信号を周波数多重したアナログ信号を光信号に変換して伝送することもできる。

【0067】さらに、本実施例における光伝送装置14、14A～14Dは、いずれもアンテナ11、12で受信した信号を周波数多重した受信信号を得るダイバーシチ構成の受信部13、13'に適用されているが、本発明の光伝送装置はこれに限定されず、単一の受信信号を受ける構成の受信部に適用することもできる。

【0068】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の光伝送装置によれば、光伝送系で生じる歪みを、歪み補償部によって、長波長帯レーザ光源を用いて電気信号を光信号に変換する電気・光変換部の入力側で補償することができるので、極めて安定で高品質な信号の伝送が可能になるという利点がある。また、光伝送系で生じる歪みを補償することができるので、光伝送系に要求される所要の歪み特性を緩和することができ、これにより、光伝送装置の小型化やコストの低減などにも大いに寄与する（請求項1）。

【0069】なお、上述の電気・光変換部の入力部又は歪み補償部の入力部に、信号入力部を設ければ、この信号入力部から一定レベルの信号を、電気・光変換部の入力部又は歪み補償部の入力部に入力することにより、電気・光変換部又は歪み補償部への信号レベルが一定になるので、光伝送装置への電気信号の入力レベルが低下した場合でも、光伝送系に生じる特有の入力レベルに対する歪みを、歪み補償部によって補償することができ、これにより、さらに安定で高品質な信号の伝送が可能になる（請求項2）。

【0070】さらに、本発明の光伝送装置によれば、光・電気変換部の出力側の電気信号伝送ラインに設けられた歪み補償部によって、光伝送系で生じた歪みを光・電気変換部の出力側で補償することができるので、この場合も、極めて安定で高品質な信号の伝送が可能になり、また、光伝送路に要求される所要の歪み特性を緩和することもでき、これにより光伝送装置の小型化やコストの低減などにも大いに寄与する。さらに、このように歪み補償部を光・電気変換部の出力側に設けることで、電気

・光変換部側の構成が簡素になるので、この光伝送装置が適用されるシステムの小型化にも大いに寄与する（請求項 3）。

【0071】また、この場合も、電気・光変換部の入力部に信号入力部を設ければ、この信号入力部から一定レベル信号を入力することにより、電気・光変換部への入力信号レベルが一定になるので、光伝送装置への電気信号の入力レベルが低下した場合でも、光伝送系に生じる特有の入力レベルに対する歪みを、歪補償部によって補償することができ、これにより、さらに安定で高品質な信号の伝送が可能になる（請求項 4）。

【0072】さらに、電気・光変換部の入力部に、2種類の一定レベル信号を入力する信号入力部を設けるとともに、3次相互変調歪み検出部を設ければ、この3次相互変調歪み検出部によって、歪み補償部の出力から上記2種類の一定レベル信号間で生じる3次相互変調歪み成分が検出され、この3次相互変調歪み検出部での検出信号が最小となるように、歪み補償部で歪み補償が行なわれるので、光伝送系において発生した歪みの変動を、確実に吸収することができ、これにより、さらに安定で高品質な信号の伝送が可能になる（請求項 5）。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の発明の原理ブロック図である。

【図 2】第 2 の発明の原理ブロック図である。

【図 3】本発明の一実施例としての光伝送装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部の構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明の一実施例としての光伝送装置における歪発生部の構成を示すブロック図である。

【図 6】（a）、（b）はそれぞれ本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部での動作を説明するための図である。

【図 7】本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 8】本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 9】本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 10】本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部及び 3 次相互変調歪み検出部の構成を示すブロック図である。

【図 12】本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部及び 3 次相互変調歪み検出部での動作を説明

するための図である。

【図 13】本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部及び 3 次相互変調歪み検出部での動作を説明するためのフローチャートである。

【図 14】本発明の一実施例としての光伝送装置に他の受信部を適用した構成を示すブロック図である。

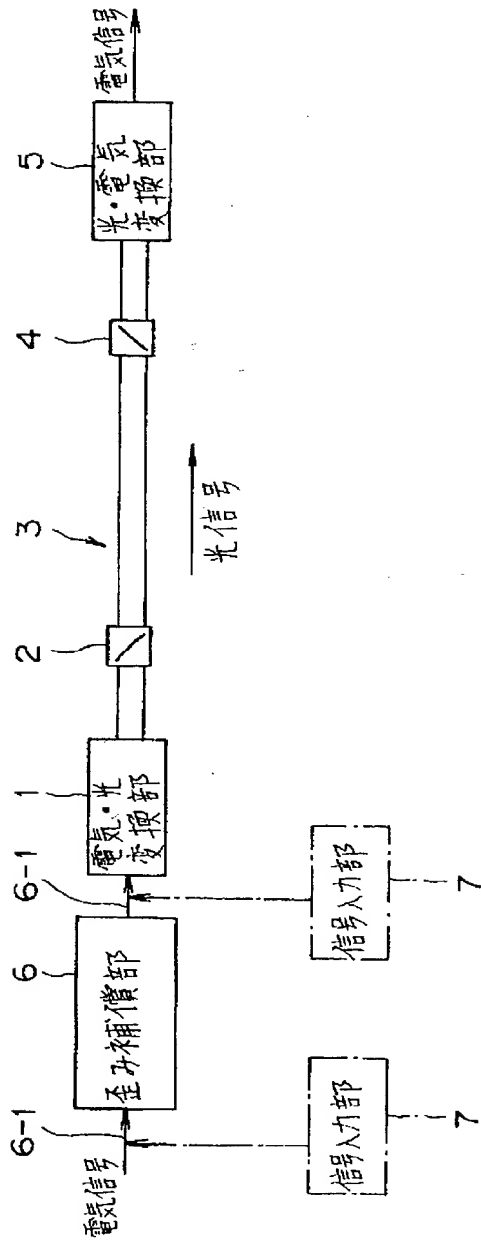
【図 15】従来の光伝送装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 電気・光変換部
- 2, 4 結合部
- 3 光伝送路
- 5 光・電気変換部
- 6 歪み補償部
- 6-1 電気信号伝送ライン
- 7, 8 信号入力部
- 9, 16 3次相互変調歪み検出部
- 11, 12 アンテナ
- 13, 13' 受信部
- 14, 14A~14D 光伝送装置
- 15 復調部
- 131, 132 低雑音増幅器
- 133, 133A, 133B 周波数変換器
- 134, 134A, 134B 局部発振器
- 135, 155, 173 ハイブリッド部 (H)
- 141 歪補償部
- 142 E/O変換部 (電気・光変換部)
- 143~145 斜めコネクタ (結合部)
- 146, 147 ピグテイルケーブル
- 148 光ファイバ (シングルモード光ファイバ)
- 149 O/E変換部 (光・電気変換部)
- 150 光伝送路
- 151 歪発生部
- 152 位相器
- 153 可変減衰器
- 154, 157 遅延部 ( $\tau$ )
- 156 90° ハイブリッド部 (90° HYB)
- 158, 159 抵抗
- 160 コンデンサ
- 161, 163A, 163B ダイオード
- 162A, 162B フィルタ
- 164 制御部
- 165 検波部
- 171, 171' 信号入力部
- 172, 172A, 172B 発振器

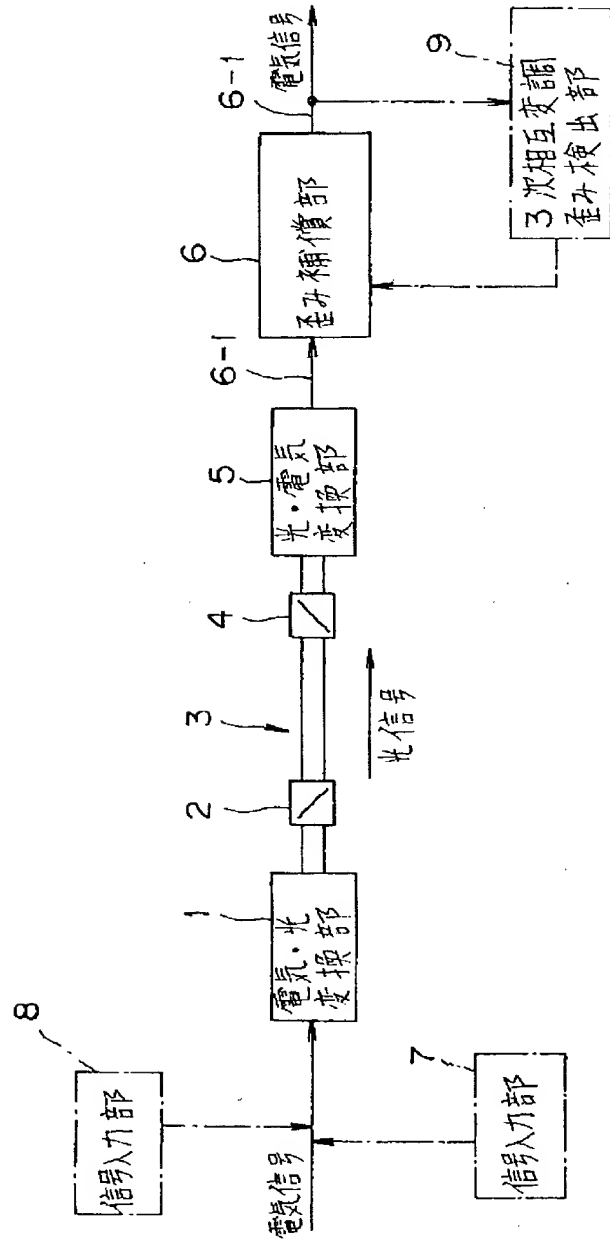
【図1】

第1の発明の原理ブロック図



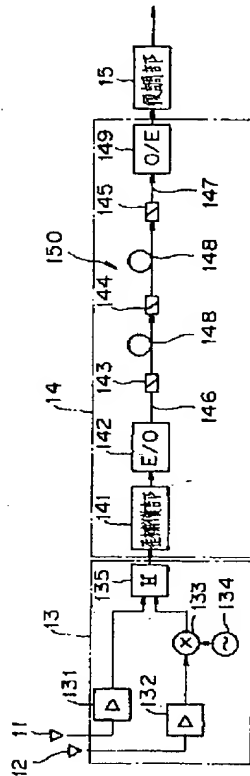
【図2】

第2の発明の原理ブロック図



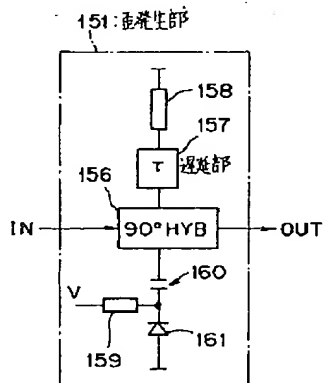
【図 3】

本発明の一実施例としての光伝送装置の構成を示すブロック図



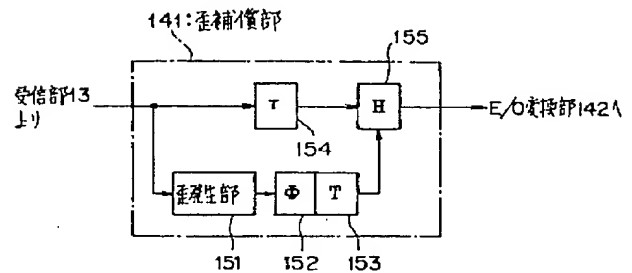
【図 5】

本発明の一実施例としての光伝送装置における歪発生部の構成を示すブロック図



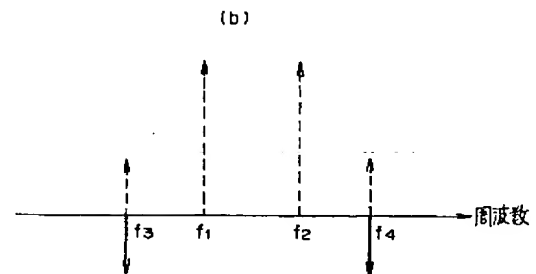
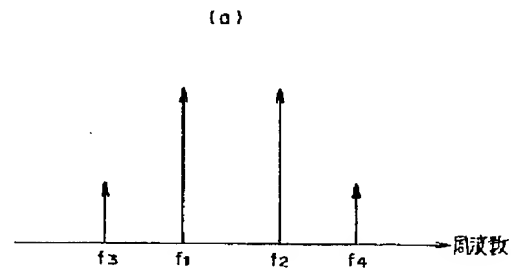
【図 4】

本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部の構成を示すブロック図



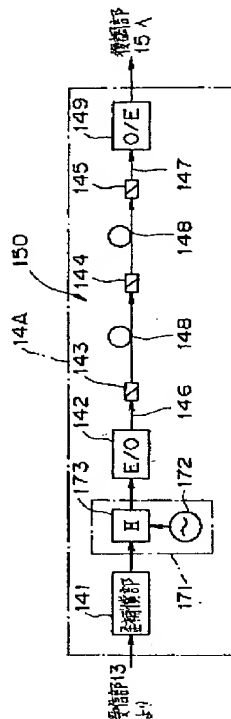
【図 6】

本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部その動作を説明するための図



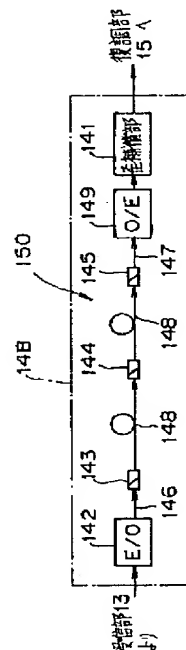
【図 7】

本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図



【図 8】

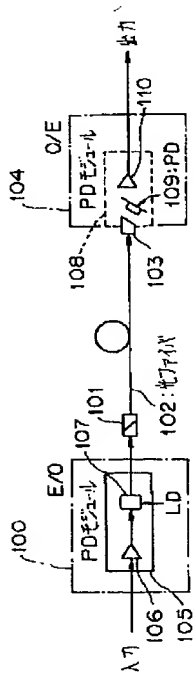
本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図



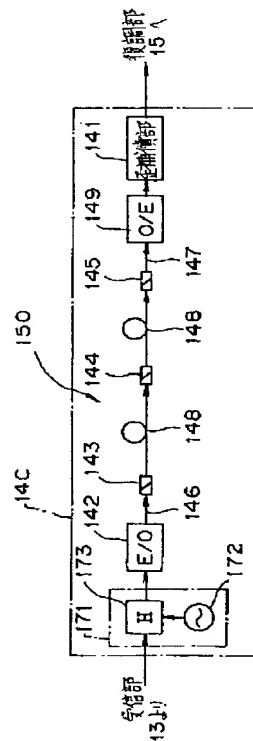
【図 9】

【図 15】

従来の光伝送装置の構成を示すブロック図

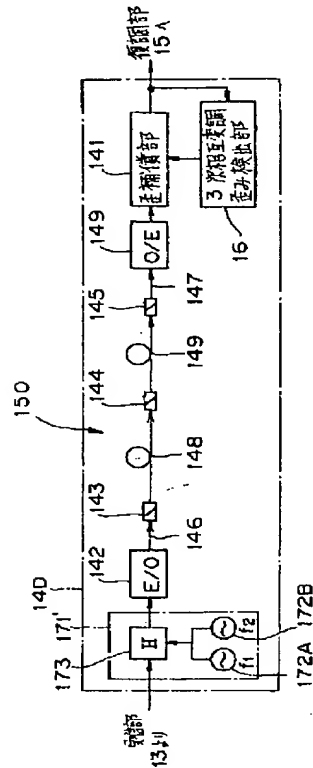


本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図



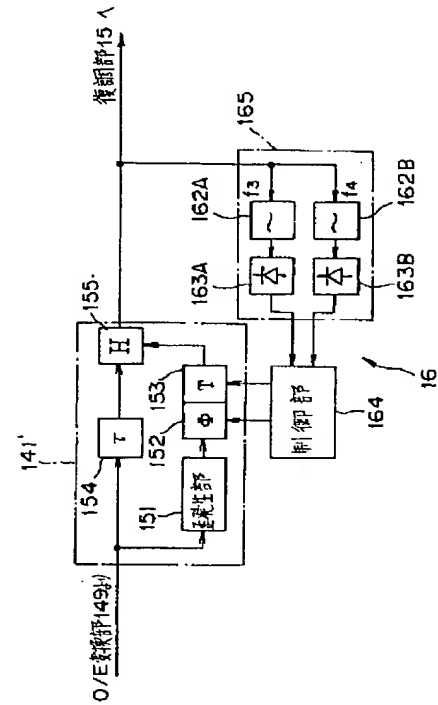
【図 10】

本発明の一実施例としての光伝送装置の他の構成を示すブロック図



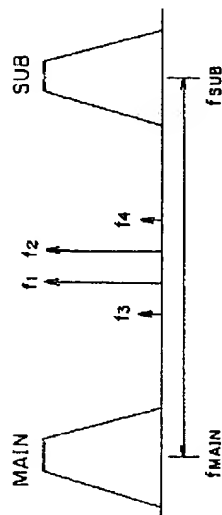
【図 11】

本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部及び3次相変調歪み検出部の構成を示すブロック図



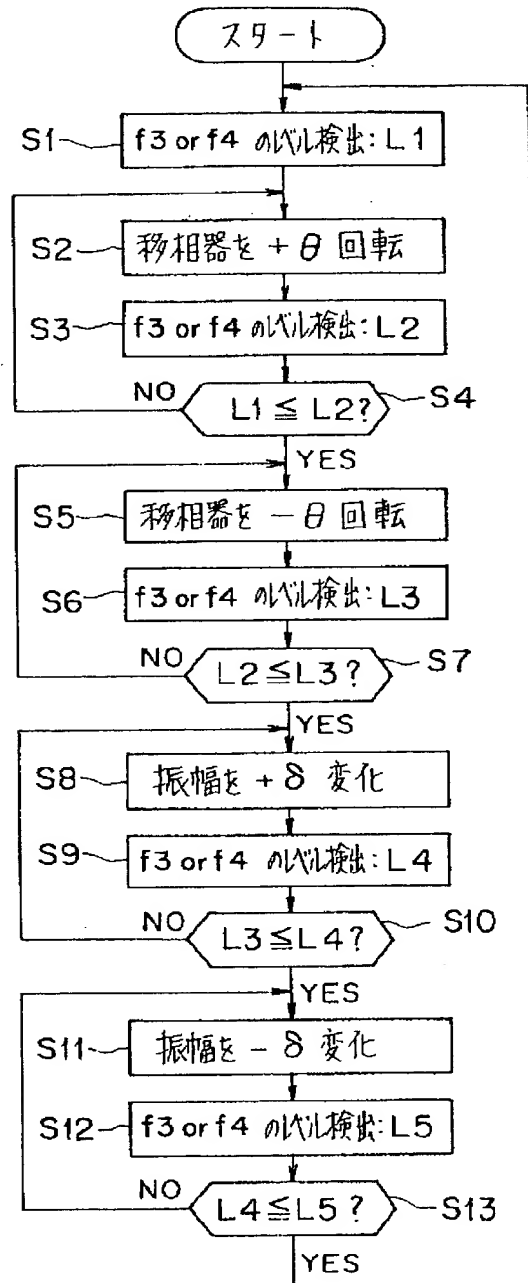
【図 12】

本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部及び3次相変調歪み検出部での動作を説明するための図



【図 13】

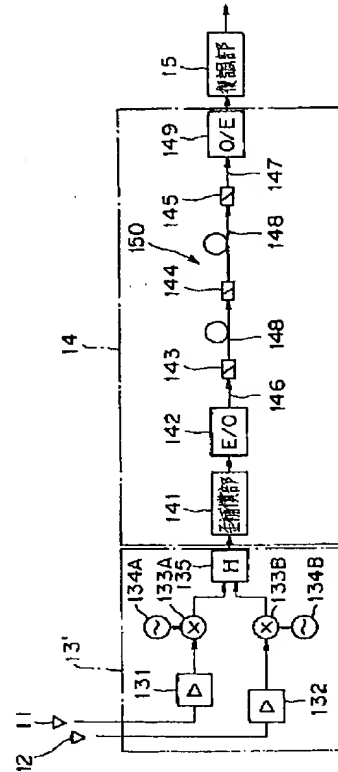
本発明の一実施例としての光伝送装置における歪補償部及び三次相互変調歪み検出部での動作を説明するためのフローチャート





【図 1 4】

本発明の一実施例としての光伝送装置に他の受信部を適用した構成を示すブロック図



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 4 B 10/04  
10/06

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**